

SYNTHESIS OF BIODIESEL FROM WASTE OF RUBBER SEED OIL AS ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

(Sintesis Biodiesel dari Minyak Limbah Biji Karet sebagai Sumber Energi Alternatif)

Kasmadi Imam Supardi, Sri Wahyuni, Alauhdin

Jurusan Kimia, Fakultas MIPA Universitas Negeri Semarang (UNNES)

Kampus Sekaran Gunungpati Semarang,

E-mail: kasmadi@staff.unnes.ac.id

Diterima: 16 November 2010

Disetujui: 21 Januari 2011

Abstrak

Biji karet hanya ditemukan sebagai limbah padat dan belum termanfaatkan sepenuhnya. Minyak limbah biji karet yang digunakan dalam penelitian ini mengandung asam lemak bebas yang tinggi, yaitu 97,77% dan mempunyai bilangan asam yang tinggi pula yaitu setara dengan 6,2 mg KOH/g minyak, sehingga perlu dilakukan esterifikasi untuk menurunkan kandungan asam lemak bebasnya menjadi ester. Metanol (20% volume minyak) direaksikan dengan minyak limbah biji karet dengan katalis asam sulfat 98% (0,5% volume minyak) menjadi ester. Dalam operasi reaksi transesterifikasi, digunakan variasi optimasi katalis yaitu pada 0,5% sampai 1,5% KOH dengan suhu operasi 60°C dalam perbandingan metanol dengan minyak 1:3 (volume), dan dengan kecepatan pengadukan yang sama, didapatkan konsentrasi metil ester yang baik pada katalis 0,75%. Uji fisis minyak limbah biji karet hasil reaksi transesterifikasi adalah *Specific Gravity* 0,9000, *Density* 919,5, Korosi Lempeng Tembaga 1b, CCR 1,361% W, Kadar Air 0,22%, Viscosity 11,53 mm²/s, dan *Flash Point* 182,5°C. Hasil uji fisis menunjukkan belum semua parameter metil ester atau biodiesel memenuhi standar biodiesel. Hasil uji *Performance* unjuk kerja menunjukkan biodiesel yang dicampur solar dengan perbandingan volume 20:80 memberikan hasil emisi gas buang paling bersih dan waktu pembakaran yang paling lama.

Kata kunci: Minyak Limbah Biji Karet, Biodiesel, Transesterifikasi.

Abstract

Waste of rubber seeds is found only as a solid waste and has not fully exploited. Waste of rubber seed oil used in the research contains high free fatty acids, about 97.77% and higher acidity number, namely 6.2 mg KOH/g oil, so it needs esterification to reduce the free fatty acid content to be changed into ester. Methanol (20% volume of oil) reacted with waste of rubber seed oil to become methyl ester with sulfuric acid 98% (0.5% volume of oil) as a catalyst. In the operations of transesterification variations of the optimization of catalyst 0.5% until 1.5% KOH was used with operating temperature of 60° C in methanol to oil ratio of 1:3 (volume). In the process of transesterification used stirring speed equal to speed of producing the higher concentration product of methyl ester or biodiesel. The product of biodiesel with higher concentration was found by reaction of transesterification with catalyst of KOH 0.75% and operating temperature of 60° C. The physical test of methyl ester or biodiesel from the transesterification reaction showed the *Specific Gravity* 0.9000; *Density* 919.5; Corrosion of copper 1b; CCR 1.361%W; water content 0.22%; viscosity 11.53 mm²/s; and *Flash Point* 182.5° C; respectively. Only some parameters of biodiesel product fulfilled the standards. Performance test of the biodiesel product showed that mixture of biodiesel and diesel in the ratio 20:80 produced the results

Keywords: Waste rubber seed oil, Biodiesel, Transesterification.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Salah satu jenis bahan bakar pengganti minyak bumi yang potensial untuk dikembangkan adalah *fatty acid methyl ester* (FAME) atau biodiesel. Biodiesel berasal dari minyak nabati yang dapat diperbarui dan penggunaannya memberikan banyak keunggulan (Tickell. 2000:2), yaitu: tidak memerlukan modifikasi mesin diesel yang telah ada; ramah lingkungan karena bersifat *biodegradable*, tidak beracun; emisi polutan berupa hidrokarbon yang tidak terbakar, CO, CO₂, SO₂, dan jelaga hasil pembakaran biodiesel yang lebih rendah dari pada solar; tidak memperparah efek rumah kaca karena siklus karbon yang terlibat pendek; kandungan energi yang hampir sama dengan kandungan energi petroleum diesel (80 % dari kandungan petroleum diesel); dan penyimpanannya mudah karena titik nyalanya rendah.

Schuchardt (1998: 2) menyatakan bahwa minyak nabati merupakan sumber energi terbarukan dan memiliki kadar energi yang mirip dengan minyak diesel. Penggunaan minyak nabati secara langsung dapat menimbulkan masalah pada mesin. Hal ini disebabkan viskositas minyak nabati yang tinggi (sekitar 11-17 kali lebih tinggi dari bahan bakar diesel) dan volatilitasnya yang rendah. Viskositas minyak nabati yang tinggi disebabkan adanya percabangan pada rantai karbonnya yang cenderung panjang. Viskositas ini dapat dikurangi dengan mereaksikan minyak nabati dan alkohol rantai pendek yang menghasilkan ester dan gliserol.

FAME adalah senyawa ester asam lemak yang dihasilkan dari proses transesterifikasi minyak (trigliserida) maupun esterifikasi asam lemak yang berasal dari minyak nabati atau hewani dengan alkohol rantai pendek (Azis. 2005: 33-35). Beberapa jenis minyak nabati yang pernah dikaji sebagai bahan baku dalam pembuatan biodiesel misalnya adalah: minyak limbah biji karet (Ramadhas.2005: 1789-1800), minyak jelantah (Azis. 2005: 33-35), minyak zaitun (Yoesmono. 2006: 1), minyak kacang

tanah (Setyawardhani. 2003: 1), minyak sawit (Yoesmono. 2006: 1), (Purnavita. 2003: 1), (Darnoko. 2000: 1263-1267), minyak kelapa (Purwono. 2003: 1), minyak katul/kulit padi (Yu.2003: 1), *Crude Palm Oil* (Prakoso. 2003:2), margarine-bunga matahari Ming. 1999: 83-88), dan minyak biji kapuk (Sofiyah. 1995: 1), (Kusmiyati.1999: 1). Pada penelitian ini dilakukan sintesis FAME dari minyak limbah biji karet. Sejauh penelusuran literatur, kajian mengenai produksi FAME menggunakan katalis KOH, uji fisik serta *performance* dari minyak biji karet belum pernah dilakukan.

Minyak dari limbah biji karet ataupun minyak nabati pada umumnya memiliki kekentalan yang relatif tinggi dibandingkan dengan minyak solar dari fraksi minyak bumi. Kekentalan ini dapat dikurangi dengan memutus percabangan rantai karbon tersebut melalui proses transesterifikasi menggunakan alkohol rantai pendek, misalnya metanol atau etanol (Setyawardhani. 2003: 1). Reaksi transesterifikasi berjalan lambat, maka diperlukan katalis untuk menurunkan energi aktivasi dan mempercepat reaksi. Katalis tersebut dapat berupa asam, basa, atau enzim (Groggins. 1958: 1) (Ming. 1999: 83-88). Katalis basa memiliki keunggulan dibandingkan dengan katalis asam dari segi kecepatan, kesempurnaan reaksi, dan tidak memerlukan suhu operasi yang tinggi untuk menjalankan reaksi. Suhu operasi yang relatif rendah memberikan keuntungan berupa kebutuhan energi untuk proses yang rendah pula sehingga akan menurunkan biaya operasi (Swern. 1982: 1). Pada penelitian ini dipilih katalis basa KOH dengan pertimbangan bahwa katalis ini bersifat stabil dan menghasilkan FAME dengan karakteristik yang baik (Ardiyanti. 2003: 2).

Rumusan Masalah

Masalah penelitian ialah bagaimana kondisi esterifikasi dan transesterifikasi minyak limbah biji karet dengan metanol yang dikatalis KOH untuk mendapatkan biodiesel dengan sifat fisik dan *performance* yang baik sebagai sumber energi alternatif?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mendapatkan biodiesel hasil esterifikasi dan transesterifikasi minyak limbah biji karet dengan metanol yang dikatalis KOH untuk memanfaatkan limbah biji karet sebagai bahan dasar pembuatan biodiesel sebagai sumber energi alternatif.

METODE PENELITIAN

Prosedur Sintesis Biodiesel

Kandungan asam lemak bebas dalam minyak limbah biji karet dapat dikurangi dengan reaksi esterifikasi sebagai reaksi pendahuluan dari reaksi transesterifikasi, yaitu mereaksikan minyak limbah biji karet hasil preparasi dan metanol dengan bantuan katalis H_2SO_4 98%.

Reaksi transesterifikasi dilakukan pada kondisi operasi dengan mereaksikan minyak limbah biji karet hasil esterifikasi dengan metanol serta dikatalisis oleh KOH yang divariasi konsentrasinya, untuk menghasilkan metil ester dan gliserol. Metil ester tersebut akan muncul di atas gliserol dan keduanya dapat dipisahkan dengan menggunakan pipet ataupun dengan corong pisah. Hasil terbaik dari variasi katalis dan suhu yang telah diketahui secara kualitatif, dan secara kuantitatif kemudian dianalisis sifat-sifat fisis dan diuji *performance* (unjuk kerja)-nya.

Prosedur Kerja Esterifikasi

Panaskan minyak sampai dengan $50^\circ C$ dalam labu leher tiga yang dilengkapi dengan pengaduk dan pendingin bola. Pastikan hingga semua lemak padat meleleh. Tambahkan metanol (p.a kadar 99 %) ke dalam minyak tersebut sebanyak 20 % volume. Aduk selama 5 menit dan tambahkan katalis asam sulfat (kadar 98%) sebanyak 5 mL/L minyak (0,5 % volume minyak) dengan menggunakan pipet. Campuran diaduk dengan kecepatan pengadukan rendah. Suhu dijaga konstan $50^\circ C$ selama 1 jam. Setelah 1 jam, pemanas dimatikan tetapi pengadukan terus dijalankan dalam kondisi dingin (tanpa pemanasan) selama 1 jam ke depan. Selanjutnya campuran didiamkan selama minimal 8

jam atau semalaman. Setelah didiamkan selama semalam, netralkan asam sulfat dalam campuran tersebut dengan menggunakan air (pisahkan lapisan air), kemudian dipanaskan sampai $100^\circ C$.

Prosedur Kerja Transesterifikasi

Reaksi dilakukan dalam reaktor berupa labu leher tiga yang dilengkapi dengan pengaduk dan pendingin. Diambil rasio volume metanol/ minyak 1 : 3. Campuran hasil esterifikasi sebanyak 80 mL dipanaskan hingga mencapai suhu yang diinginkan ($60^\circ C$). Pada saat yang sama, katalis KOH masing-masing sebanyak 1,5%, 1,25%, 1%, 0,75%, dan 0,5% berat minyak hasil esterifikasi dilarutkan ke dalam metanol (p.a 99%) dengan volume sebanyak 20 mL. Larutan kalium metoksida tersebut dipanaskan secara terpisah hingga dicapai suhu yang sama. Tuangkan larutan kalium metoksida ke dalam reaktor secara cepat. Aduk campuran tersebut dan suhu dijaga konstan selama 1 jam. Setelah 1 jam, pemanasan dan pengadukan dihentikan dan selanjutnya dilakukan pemurnian produk.

Pemurnian Produk

Produk yang dihasilkan dari kondisi optimal proses didiamkan selama 12 jam untuk memisahkan secara sempurna biodiesel dan gliserol. Lapisan atas adalah biodiesel berwarna kuning dan lapisan bawah gliserol berwarna putih. Setelah dipisahkan dari gliserol, kemudian metanol sisa reaksi transesterifikasi di *recovery* menggunakan destilasi vakum sampai suhu mencapai $74^\circ C$, dan biodiesel dicuci dengan air sampai pH menjadi netral (pH = 7). Setelah pencucian, biodiesel dipanaskan sampai suhu $100^\circ C$ untuk menghilangkan sisa air.

Uji Fisik

Uji fisik terhadap biodiesel meliputi: massa jenis pada $40^\circ C$ (ASTM D 1298), viskositas kinematik (ASTM D 445), titik kabut (ASTM D 97), lempeng tembaga (3 jam pada $100^\circ C$) (ASTM D 130), residu karbon dalam contoh asli (ASTM D 189), Air (ASTM D 95), *flash Point* PMCC (ASTM D 93).

Uji *Performance* (Unjuk Kerja)

Produk yang telah dimurnikan dari kondisi optimal dicampur solar dengan berbagai variasi diujikan pada mesin diesel. Variasi yang digunakan adalah untuk campuran minyak limbah biji karet : solar sebagai berikut. 0 : 100, 5 : 95, 10 : 90, 15 : 85, dan 20:80

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian sintesis biodiesel dari minyak limbah biji karet, meliputi:

(1) Preparasi minyak limbah biji karet hasil pengepresan limbah biji karet untuk dilakukan dekolorisasi, penyaringan, *drying*, dan *degumming*. (2) Reaksi esterifikasi dengan katalis larutan asam sulfat 98% sebesar 0,5% volume minyak, dan metanol sebesar 20% volume minyak. (3) Reaksi transesterifikasi, yang dilaksanakan pada kondisi operasi variasi katalis KOH 0,5%, 0,75%, 1%, 1,25%, 1,5% dan suhu 30°C-70°C selama 1 jam dengan perbandingan volume minyak dan metanol 4:1. (4) Analisis kadar metilester yang terbentuk, jumlah komponen dan komposisinya dalam senyawa hasil dengan menggunakan alat *Gas Chromatography* (GC). (5) Sifat fisis dan kimia FAME terhadap konversi tertinggi. (6) *Performance* unjuk kerja biodisel pada mesin diesel.

Preparasi meliputi proses: pengupasan, penjemuran, pengovenan, dan pengepresan. (1) Setelah melalui serangkaian proses tersebut, hasil pengepresan 80 kg limbah biji karet adalah 2400 mL minyak limbah biji karet. (2) Selanjutnya dilakukan proses dekolorisasi yakni pengurangan warna minyak limbah biji karet. Hasil proses dekolorisasi ialah minyak limbah biji karet yang berwarna coklat jernih dari

minyak limbah biji karet yang semula berwarna coklat gelap. (3) Penyaringan dilakukan terhadap minyak limbah biji karet hasil dekolorisasi untuk menghilangkan pengotor-pengotornya. (4) Proses *drying* dilakukan pada suhu 100°C untuk menghilangkan kandungan air dalam minyak limbah biji karet agar pada proses *degumming* konsentrasi asam fosfat tidak terpengaruh oleh adanya air. (5) Yang terakhir dalam preparasi ialah proses *degumming* yakni pengurangan kandungan *gum* dan Fe dalam minyak limbah biji karet mentah. Hasil akhir preparasi adalah minyak limbah biji karet preparasi sebanyak 2100 mL yang akan digunakan untuk proses esterifikasi, transesterifikasi, analisis fisik dan kimia, serta uji *performance*.

Reaksi esterifikasi dilakukan dengan katalis larutan KOH dalam perbandingan volume minyak dan metanol sebesar 3:1 Reaksi transesterifikasi yang dilaksanakan pada kondisi operasi variasi katalis KOH 0,5%, 0,75%, 1%, 1,25%, 1,5% dan suhu 30°C-70°C selama 1 jam.

Analisis kadar metilester yang terbentuk, jumlah komponen dan komposisinya dalam senyawa hasil dilakukan dengan menggunakan alat *Gas Chromatography* (GC).

Hasil analisis kadar metil ester terlihat pada Tabel 1 (Kasmadi. 2009: 40-44).

Hasil reaksi transesterifikasi yang baik, yaitu pada kondisi operasi reaksi yang menggunakan katalis KOH 0,75% dan suhu 60° C diujikan sifat-sifat fisisnya untuk dibandingkan dengan sifat fisis biodiesel Tabel 2.

Hasil *Performance* biodiesel pada mesin diesel disajikan pada Tabel 3 (Kasmadi. 2009: 40-44)

Tabel 1: Hasil Optimasi dengan Variasi Jumlah Katalis

No	Volume Metanol: minyak	Suhu	Jumlah Katalis KOH	Konsentrasi metil Ester (%)
1	1:3	60°C	0,50%	89,6105
2	1:3	60°C	0,75%	90,3848
3	1:3	60°C	1,00%	90,2143
4	1:3	60°C	1,25%	89,8337
5	1:3	60°C	1,50%	90,4370

Tabel 2: Hasil Pengujian Sifat Fisis Biodiesel

NO	METODA UJI		Biodiesel			
	UJI	ASTM	Biji Karet ¹	Jarak Pagar ²	Bunga Matahari ³	Standar ⁴
1	SG at 60/60F	D-1298	0,9000	0,8963	-	-
2	Density	D-1250	.919,5	-	-	850 - 890
3	Korosi Lempeng Tembaga 3hrs/ 50°C	D-130	1b	-	1	3
4	CCR %W	D-189	1,361%	1,114	-	0,05
5	Kadar Air %V	D-95	0,22%	-	-	0,05
6	Viskositas mm ² /s	D-445	11,53	11,44	4,10	2,6-6,0
7	Titik Kabut °C	D-97	15	2	-	maks. 18
8	Flash Point PMCC °C	D-93	182,5	115	180	min. 100

Keterangan :

1. Kasmadi (2009)
2. Lusiana W. (2007)
3. R. Sarin (1999)
4. Standar Uji

Tabel 3: Uji performance Unjuk Kerja Biodiesel pada Mesin Diesel

RPM	Uji	Solar Murni	Solar Murni	Biodiesel 10%	Biodiesel 10%
		Emisi (%)	Waktu (det)	Emisi (%)	Waktu (det)
1500	a	7,1	104	3,6	113
	b	6,5	108	3,6	114
	c	6,3	117	3,6	118
2000	a	9,3	74	6,2	83
	b	9,0	80	5,6	83
	c	9,3	80	5,9	84
2500	a	12,9	55	6,5	56
	b	13,7	52	6,8	55
	c	13,4	57	6,8	57

RPM	Uji	Biodiesel 15%	Biodiesel 15%	Biodiesel 20%	Biodiesel 20%
		Emisi (%)	Waktu (det)	Emisi (%)	Waktu (det)
1500	a	3,5	125	2,4	125
	b	3,5	124	2,1	126
	c	3,5	126	2,1	126
2000	a	4,7	85	2,8	82
	b	4,3	86	3,1	82
	c	4,7	83	2,5	84
2500	a	5,7	58	5,5	56
	b	5,7	59	4,6	58
	c	6,3	53	4,9	52

Sintesis Biodiesel Reaksi Esterifikasi dengan Katalis H_2SO_4

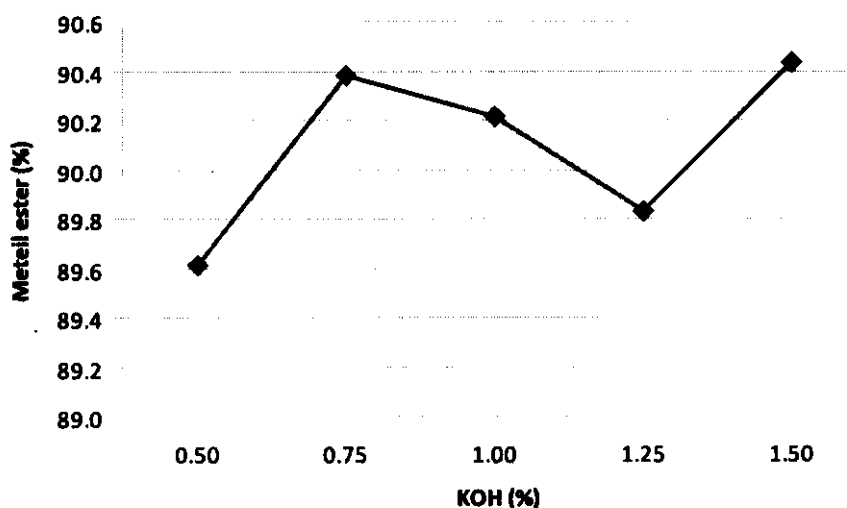
Esterifikasi adalah reaksi asam lemak bebas dengan alkohol yang dikatalisis oleh asam, seperti asam sulfat, asam fosfat, asam sulfonat, maupun asam klorida untuk membentuk ester dan gliserol. Esterifikasi merupakan reaksi pendahuluan yang dilakukan sebelum transesterifikasi. Esterifikasi ini bertujuan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas, sehingga akan meningkatkan metil ester yang dihasilkan ((Ramadhas. 2005: 1789-1800). Pada penelitian yang dilakukan Berchmans (2007: 1716-1721), minyak jarak yang mengandung asam lemak bebas sebesar 14,90%, setelah dilakukan esterifikasi dengan menggunakan katalis H_2SO_4 1% pada suhu $50^\circ C$ dapat menurunkan asam lemak bebas sampai 0%.

Minyak limbah biji karet yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai angka asam lemak bebas 6,2 mg/kg, sehingga perlu dilakukan perlakuan awal untuk menurunkan kandungan asam lemak bebasnya. Asam lemak bebas yang tinggi jika bertemu dengan KOH bereaksi membentuk sabun, sehingga menghambat pembentukan produk dalam reaksi transesterifikasi. Pada penelitian ini, proses esterifikasi dilakukan dengan mereaksikan minyak biji karet dan metanol

dengan dikatalisis oleh asam kuat H_2SO_4 98% pada suhu $50^\circ C$. Pada kondisi dan bahan yang sama. Ramadhas (2005: 1789-1800) memperoleh hasil konversi ester sebesar 100%.

Reaksi Transesterifikasi dengan Variasi Katalis KOH

Optimasi reaksi transesterifikasi pembuatan biodiesel dari minyak biji karet dilakukan dengan mereaksikan minyak biji karet hasil esterifikasi dan metanol dengan bantuan katalis KOH. Optimasi reaksi transesterifikasi dilakukan dengan variasi jumlah katalis KOH yang ditambahkan, yaitu 0,5% sampai 1,5%. Suhu reaksi dibuat tetap yaitu pada $60^\circ C$. Pemeriksaan konversi metil ester dilakukan dengan menggunakan Kromatografi Gas (GC). Kondisi kerja alat GC ini dilakukan menggunakan jenis detektor FID, jenis kolom yang digunakan adalah HP5, suhu detektor $300^\circ C$, suhu injektor $280^\circ C$, dengan gas pembawa Helium. Jumlah sampel yang diinjeksikan adalah 0,2 mikroliter. Hasil optimasi reaksi transesterifikasi pembuatan biodiesel dari minyak biji karet disajikan pada Tabel 1. Sementara itu hubungan jumlah katalis dengan konsentrasi metil ester disajikan pada Gambar 1



Gambar 1: Grafik hubungan jumlah katalis dengan konsentrasi metil ester

Penambahan katalis KOH berfungsi untuk mempercepat reaksi. Secara umum, kenaikan konsentrasi katalis akan menurunkan energi aktivasi untuk terjadinya reaksi kimia, sehingga meningkatkan jumlah molekul yang teraktifkan dan bereaksi membentuk metil ester (Setyawardhani. 2003: 1). Pada penelitian yang dilakukan Azis (2005: 33-35) terhadap transesterifikasi minyak jelantah dengan menggunakan katalis KOH didapatkan hasil konversi metil ester yang baik pada konsentrasi katalis 1% dengan suhu reaksi 60°C.

Pada penelitian ini dengan variasi katalis dan suhu tetap 60°C, didapatkan konversi metil ester terbesar pada konsentrasi katalis 1,5% berat minyak (Tabel 1). Sementara itu pada penambahan katalis 1,25% terjadi penurunan konsentrasi konversi metil ester.

Hal ini dapat disebabkan oleh terjadinya reaksi samping antara KOH dengan minyak yang dikenal dengan saponifikasi yang menyebabkan hasil penyabunan berupa surfaktan yang menghalangi kontak antara minyak dan metanol, akibatnya laju reaksi dan konversi metil ester yang dihasilkan menurun.

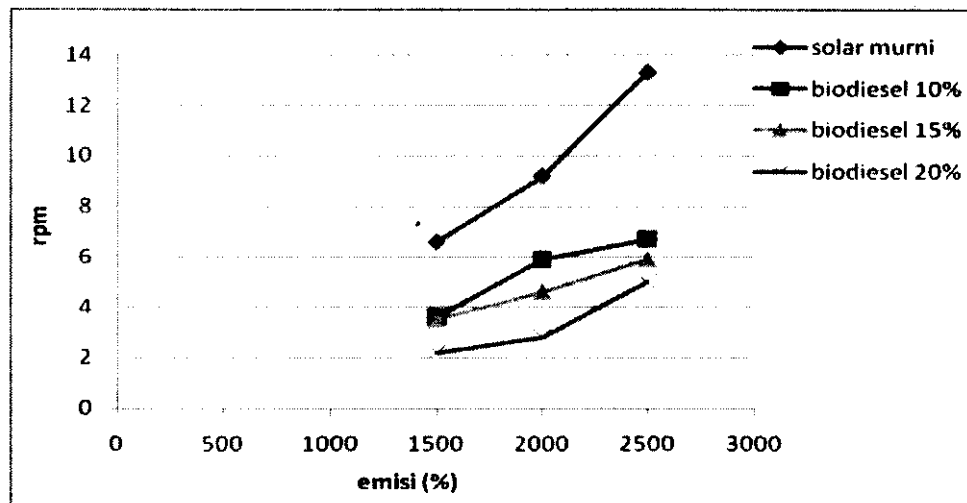
Uji Performance

Performance / unjuk kerja suatu bahan bakar diukur dari kecilnya emisi gas buang dan waktu pembakarannya. Semakin kecil emisi gas buang dan semakin lama waktu pembakarannya, maka bahan bakar tersebut semakin baik. Pada Tabel 3 terlihat pada biodiesel 10%; biodiesel 15%; dan biodiesel

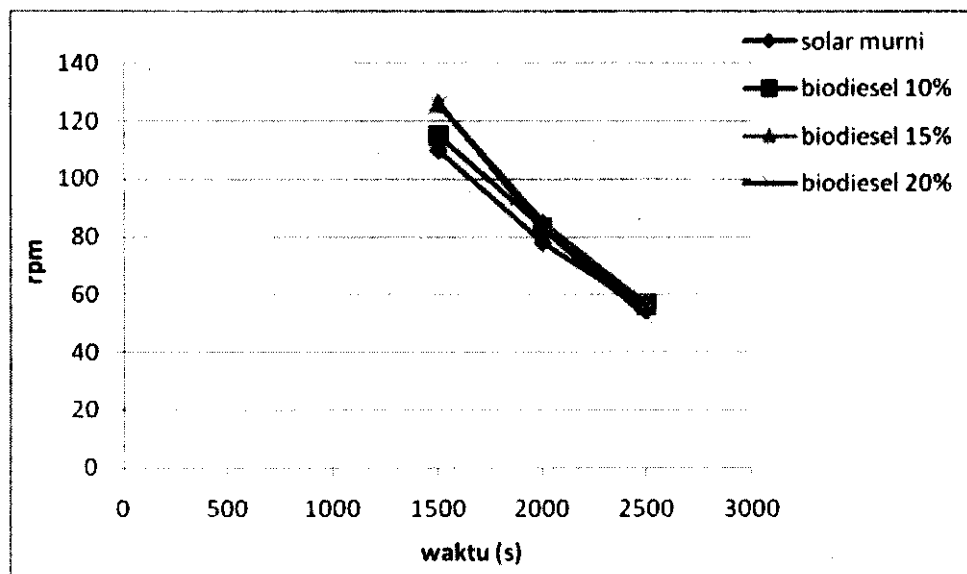
20% untuk semua RPM memiliki emisi gas buang yang lebih kecil dari solar murni. Jika dilihat dari emisi gas buangnya, maka biodiesel lebih baik dari pada solar murni. Sementara itu untuk semua RPM, waktu pembakaran biodiesel 10%; biodiesel 15%; dan biodiesel 20% juga lebih lama dibanding solar murni. Dapat dinyatakan biodiesel 10%; biodiesel 15%; dan biodiesel 20% lebih hemat dibanding solar murni, karena dengan jumlah yang sama ternyata biodiesel 10%; biodiesel 15%; dan biodiesel 20% terbakar dengan waktu yang lebih lama.

Produk yang diperoleh pada kondisi optimal dicampur solar dengan berbagai variasi untuk diujikan pada mesin diesel. Pada uji *performance* ini diamati emisi yang dihasilkan dari mesin diesel yang dijalankan dengan solar murni dan yang dijalankan dengan campuran solar dan biodiesel hasil penelitian. Selain itu diamati juga perbandingan efisiensi pemakaian biodiesel dengan solar murni. Hasil pengamatan uji *performance* disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Gambar 2 menunjukkan emisi yang dihasilkan oleh mesin diesel dengan menggunakan bahan bakar campuran solar dan biodiesel hasil sintesis lebih rendah dibandingkan dengan solar murni (100%). Bahkan, semakin tinggi persentase biodiesel yang ditambahkan, emisi yang dihasilkan semakin rendah. Hasil ini menunjukkan bahwa biodiesel hasil sintesis lebih ramah lingkungan karena emisi yang dihasilkan lebih rendah



Gambar 2 : Grafik hubungan %emisi dengan rpm antara solar murni dengan biodiesel hasil sintesis



Gambar 3: Grafik hubungan waktu dengan rpm antara solar murni dengan biodiesel hasil sintesis

Gambar 3 menunjukkan biodiesel hasil sintesis lebih efisien dibanding solar murni. Hal ini dapat dilihat dari waktu pemakaian campuran solar murni dan biodiesel hasil sintesis lebih lama dibanding waktu pemakaian solar murni pada variasi kecepatan putaran mesin (rpm). Berdasarkan hasil uji *performance* ini biodiesel

hasil sintesis lebih ramah lingkungan dan lebih efisien sebagai campuran bahan bakar mesin diesel.

Berdasarkan Tabel 3 didapatkan bahwa uji *performance* unjuk kerja biodiesel pada mesin uji jenis DONGFENG S 1110 menunjukkan biodiesel ini cukup prospektif

untuk dipilih sebagai alternatif pengganti solar. Hal ini bila dilihat bahwa emisi gas buangnya lebih bersih dan waktu pembakarannya yang lebih lama dibandingkan solar, jadi lebih hemat.

KESIMPULAN

Proses transesterifikasi memberikan hasil yang hampir sama pada variasi katalis KOH 0,75% sampai 1,5 %. Jadi sebenarnya pada konsentrasi KOH 0,75 % hasil transesterifikasi sudah baik, demikian juga pada konsentrasi KOH 1,5%

Uji performance biodiesel pada mesin uji jenis DONGFENG S 1110 menunjukkan bahwa biodiesel ini cukup prospektif untuk dipilih sebagai alternatif pengganti solar. Hal ini bila dilihat dari emisi gas buangnya yang lebih bersih dan waktu pembakarannya yang lebih lama dari solar.

Uji terhadap sifat-sifat fisis metil ester memberikan hasil belum semua memenuhi mutu sifat fisis biodiesel yang disyaratkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyanti, A. R., Utomo, J., Chandra, G., dan Koharudin. 2003. *Pengaruh Kejenuhan Minyak, Jenis dan Jumlah Katalis Basa NaOH, KOH, K₂CO₃, serta Jenis dan Jumlah Alkohol (Metanol dan Etanol) pada Produksi Biodiesel*. Yogyakarta: Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia 16-17 September 2003. 2
- Azis, I.. 2005. *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk dan Uji Performance Biodiesel pada Mesin Diesel*. Yogyakarta: Tesis diajukan kepada Sekolah Pasca Sarjana UGM. 33-35
- Berchmans, Hanny Johaness and Shizuko Hirata. 2007. *Biodiesel production from crude *Jatropha curcas* L. seed oil with a high content of free fatty acids*. Bioresource Technology 99 (2008) 1716–1721
- Darnoko, D. and Cheryan. 2000. *Kinetics of Palm Oil Transesterification in a Batch Reactor*. J. Am. Oil Chem. Soc., 77, 1263-1267.
- Dorado, M. P., Ballesteros, E., Mittelbach, M., Lopez, F. J.. 2004. *Kinetic Parameters Affecting Alkali-Catalyzed Transesterification Process of Used Olive Oil*. Energy & Fuels, 18, 1457-1462.
- Groggins, P. H.. 1958. *Unit Processes in Organic Synthesis*. pp. 694-749, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York. 1
- Ju, Y. H., Vali, S. K., Jeng, H., Lei, C. C., Widjaja, A., Tjondronegoro, I., Musfil, A. S., and Rachmaniah, O.. 2003. *Biodiesel dari Minyak Kelapa*. Yogyakarta: Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia 16-17 September 2003. 1
- Kasmadi, Sri Wahyuni, Alauhdin. 2009 *Sintesis Biodiesel dari Minyak Biji Karet Sebagai Sumber Energi Alternatif*. Laporan Penelitian Hibah Strategis Nasional UNNES. (40-44)
- Kusmiyati. 1999. *Kinetika Pembuatan Metil Ester Pengganti Minyak Diesel dengan Proses Metanolisis Tekanan Lebih dari 1 Atm*. Yogyakarta: Tesis diajukan kepada Fakultas Pasca Sarjana UGM. 1
- Lusiana. W. 2007. *Reaksi Metanolisis Minyak Biji Jarak Pagar Menjadi Metil Ester Sebagai Bahan Bakar Pengganti Minyak Diesel dengan Menggunakan Katalis KOH*. Skripsi Jur. Kimia FMIPA UNNES.
- Ming, L. O., Ghazali, H. M., and Let, C. C.. 1999. *Use of Enzymatic Esterification Palm-Steeri-Sunflower Oil Blends in the Preparation of Table Margarine Formulation*. Food Chemistry, 64, 83-88.
- Prakoso, T., Indra, B. K., dan Nugroho, R. H.. *Esterifikasi Asam Lemak Bebas dalam CPO untuk Produksi Metil Ester*. Yogyakarta: Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia 16-17 September 2003. 2
- Purnavita, S.. 2003. *Etanolisis Minyak Sawit dengan Katalisator KOH dan Penambahan Urea dalam Sebuah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk*

- Ditinjau dari Segi Kinetika*. Yogyakarta: Tesis diajukan kepada Fakultas Pasca Sarjana UGM. 1
- Purwono, S., Yulianto, N., dan Pasaribu, R.. 2003. *Biodiesel dari Minyak Kelapa*. Yogyakarta: Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia 16-17 September 2003. 1
- Ramadhas, A. S., Mulareedharan, C., Jayaraj, S.. 2005. *Performance and emission evaluation of e diesel engine fueled with methyls esters of rubber seed oil*. Renewable Energy, 30, 1789 – 1800.
- Schuchardt, Ulf, Ricardo Sercheli., and Rogerio Matheus Vargas..1998. *Transesterification of Vegetable Oils: aReview*. J. Braz Chem Soc., Vol.9, No.1, 199-210
- Setyawardhani. 2003. *Metanolisis Asam Lemak dari dari Minyak Kacang Tanah untuk Pembuatan Biodiesel*. Yogyakarta: Tesis diajukan kepada Fakultas Pasca Sarjana UGM. 1
- Sofiyah. 1995. *Kinetika Reaksi Etanolisis Minyak Biji Kapuk dengan Katalisator Natrium Hidroksid dan Penambahan Garam Anorganik*. Yogyakarta: Tesis diajukan kepada Fakultas Pasca Sarjana UGM. 1
- Swern, D.. 1982. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. Vol. 2, 4-ed., John Wiley and Sons, New York. 1
- Tickell, J.. 2000. *From the Fryer to the Fuel Tank*, 3rd ed.. Tickell Energy Consulting USA. 2
- Yoeswono, Johan Sibarani dan Syahrul Khairi. 2006. *Pemanfaatan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Katalis Basa pada Reaksi Transesterifikasi dalam Pembuatan Biodiesel*. Yogyakarta: Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada.